
*В.К. Фрибус, заслуженный инженер РФ,
С.М. Халфин, канд.техн.наук, М.И. Силина, канд.техн.наук,
В.А. Шинкевич, М.Н. Костомахин, М.А. Красовский (ГОСНИТИ)*

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОМЕНКЛАТУРЫ РАБОТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ СЕРИЙНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА СЛУЖБЫ (НА ПРИМЕРЕ ТРАКТОРОВ)

Методика определения номенклатуры работ по модернизации сельскохозяйственной техники в условиях ремонтно-обслуживающих предприятий (далее РОП) разработана в соответствии с государственным заказом Минсельхоза России и РАСХН.

В методике устанавливаются принципы, цели и задачи этих работ, а также требования к качеству модернизированной техники и условиям ее производства в РОП.

Модернизация машин при эксплуатации – это комплекс работ по улучшению ее качества, экономичности (технично-эксплуатационных характеристик) путем замены отдельных составных частей более совершенными (надежными, экономичными, доступными для приобретения и т.п.).

Целью модернизации машин, находящихся (бывших) в эксплуатации, является ресурсосбережение при поддержании их в работоспособном состоянии в течение срока службы, а также пополнение машинно-тракторного парка для выполнения необходимого объема сельхозработ в установленные сроки при ограниченных возможностях потребителей по приобретению новых машин.

Объектами модернизации могут быть машины, принадлежащие определенному потребителю, либо приобретенные РОП у потребителей, выведенные из эксплуатации машины для дальнейшей реализации на вторичном рынке.

К показателям качества модернизированной техники относятся: показатели назначения (качества функционирования), безопасности и экологичности, эргономичности и эстетичности, экономичности, надежности (безотказности, ремонтпригодности и долговечности), технологичности.

Каждый показатель качества может служить частным критерием модернизации машины.

Перечень показателей качества, изменяемых при модернизации машины, и соответствующая номенклатура работ устанавливается на основе изучения ее свойств в эксплуатации, инженерного анализа достижений науки и производства по совершенствованию машин, оценки возможностей ремонтного предприятия по проведению этих услуг и их эффективности.

Требования к модернизированной технике и условиям ее производства в РОП:

1. Модернизация техники, находящейся в эксплуатации, затрагивающая показатели безопасности, экологичности и эргономичности, в обязательном порядке должна проводиться по документации, согласованной (разработанной) с разработчиком конструкции.

2. Разработка предложений по модернизации может осуществляться разработчиком конструкции (текущая модернизация), либо организацией, разрабатывающей ресурсосберегающие технологии ремонта и восстановления сельскохозяйственной техники (ГОСНИТИ), либо РОП.

Предложения РОП по модернизации техники рассматривает ГОСНИТИ, который при положительном заключении о целесообразности внедрения предложения согласовывает их применение, в порядке, предусмотренном ГОСТ 15467.

3. Изменения должны быть апробированы в установленном порядке с учетом требований безопасности, охраны здоровья и окружающей среды, назначения, надежности, технологичности и других показателей качества, установленных в ТУ и ТЗ на модернизацию.

4. Технической документацией на модернизацию машин в условиях РОП являются:

- технические условия на сдачу в ремонт и выдачу из ремонта;
- технические требования на капитальный ремонт;
- руководство по текущему ремонту;
- рекомендации разработчика-изготовителя машины на модернизацию, либо изменения, вносимые в ТУ, согласованные в установленном порядке.

В нормативной документации на ремонт техники предусматривается раздел «Указания по модернизации», в котором указывается содержание принятых изменений в конструкцию при следующих общих требованиях и ограничениях:

- установка на отремонтированную полнокомплектную технику и его составные части – деталей различной конструкции в пределах конструктивных изменений, внесенных заводами-изготовителями за период выпуска данной модели;
- замена при ремонте машины – морально устаревших деталей и сборочных единиц модернизированными, или установка дополнительных деталей (сборочных единиц), повышающих надежность, долговечность и эксплуатационные характеристики машины, без изменения конструктивных и функциональных значений составных частей;
- не допускается изменение конструкции сопрягаемых деталей с нарушением взаимозаменяемости при замене или установке дополнительных деталей (сборочных единиц), а также установка на модернизированные машины сборочных единиц устаревших конструкций.

5. Модернизацией машины, находящейся в эксплуатации, восполняют последствия (действие) физического и морального износа.

По показателям морального износа машине придают свойства, превышающие исходные (начальные) показатели качества, которые были заложены при изготовлении.

Уровень качества составных частей модернизированных машин, подлежащих ремонту, должен соответствовать требованиям, установленным в ТУ на сдачу в ремонт и выпуск из ремонта. В целом показатели качества модернизированной техники должны превышать показатели отремонтированных по традиционным технологиям машин.

6. Цена модернизированной машины должна соответствовать платежеспособности потребителя при максимальной степени его удовлетворенности качеством изделия.

7. Для достижения максимальной удовлетворенности различных потребителей им может быть предложено несколько вариантов модернизации машины.

8. Ремонтное предприятие должно иметь конструкторскую и технологическую документацию на модернизацию, помещение и оборудование для выполнения этих работ, квалифицированные кадры, обеспечивать требования по качеству и безопасности техники, установленные в ТУ.

9. Требования к модернизированным машинам рекомендуется подтверждать сертификатом соответствия на выполненную услугу.

Модернизация осуществляется по общим правилам разработки продукции, установленным в ГОСТ Р 15.201.

Этап 1. Поисковый:

- маркетинговые исследования;
- сбор и обработка информации о соответствии существующей техники показателям назначения, указанным в технической документации, в эксплуатации и при испытаниях;
- поиск путей совершенствования конструкции;
- ожидаемая эффективность проекта.

Этап 2. Опытный:

- разработка конструкторской документации на модернизацию составной части или изделия, проводимая с целью замены выпускаемого устаревшего изделия изделием с улучшенными отдельными основными показателями качества и экономичности;
- изготовление опытного образца;
- испытание опытного образца;
- определение эффективности проекта.

Этап 3. Производственный:

- разработка технической, эксплуатационной, экономической и технологической документации на модернизацию машин;
- подготовка производства;
- проведение модернизации техники;
- проведение работ по продвижению товара к потребителю.

Этап 4. Управление изменениями:

- мониторинг показателей качества и цены модернизированной техники;
- оценка фактической эффективности модернизации в эксплуатации и на предприятии;
- проведение изменений.

Сбор информации о надежности и качестве техники основывается на данных испытаний, наблюдений эксплуатации и анализе литературных источников. Предпочтения потребителей определяются на основе маркетинговых исследований.

Качественный анализ целесообразности модернизации проводится на основе инженерного анализа.

При разработке технологии модернизации учитывается компоновка машины, возможности ее сборки и разборки, унификации, стандартизации, взаимозаменяемости и преемственности конструкций машин, приспособленности к техническому обслуживанию и ремонту, сокращению непроизводительных затрат, безопасности производственного процесса и окружающей среды.

Целесообразность внедрения мероприятий по модернизации определяется с учетом их окупаемости в эксплуатации.

В результате поиска может быть найдено не одно, а несколько инженерных решений, отличающихся между собой степенью улучшения показателей качества составных частей и стоимостью их применения на модернизируемой машине.

Окончательный выбор составных частей, применяемых при модернизации, осуществляется на основе технико-экономического анализа, этапы которого заключаются в следующем.

1. Прогнозирование надежности модернизированной техники.

При расчетах руководствуются требованиями ГОСТ 27.003 и следующими предпосылками:

- модернизированная машина состоит из новых узлов и агрегатов, бывших в эксплуатации, имеющих остаточные ресурсы и годных к эксплуатации без ремонта;

- машина рассматривается как техническая система, состоящая из независимых элементов;

- показатели узлов и агрегатов, подлежащих модернизации, рассматриваются как отдельные элементы системы.

Вероятность безотказной работы модернизированной машины $P(t)$ определяется как произведение вероятностей безотказной работы новых $P_1(t)$, отремонтированных $P_2(t)$ и бывших в эксплуатации $P_3(t)$ узлов и агрегатов, т.е.

$$P(t) = P_1(t) P_2(t) P_3(t) \quad (1)$$

2. Моделирование процесса модернизации машин.

Математическую модель процесса модернизации машин, позволяющую выделить в качестве управляемых параметров безотказность, производительность, экономичность, и целенаправленно управлять их повышением, можно выразить формулой 2:

$$\begin{aligned} C_{\text{эк}} = & \frac{C_m^b \cdot H_a}{T_a \sum_{i=1}^n W_i^b} + \frac{1}{W_q^b} \left[H_{\text{ТСМ}}^b \cdot \text{Ц}_{\text{ТСМ}} + C_{\text{ТОР}}^b \cdot K_{\text{сл}} (1 + K_{\text{доп}}) \cdot N \right] + \\ & + C_{\text{зч}}^b \left(\frac{100 + K_5}{100} \right) + C_{\text{фзп}}^b \left(\frac{100 + K_{\text{соц}} + K_{\text{плд}}}{100} \right) + V \left(\frac{100 + K_6}{100} \right) + \frac{0,5 \text{Ц} Y R W_q^b}{100} \cdot \\ & \cdot K_{1,2} \left\{ \left[\left(\frac{1}{K_{\text{ти}}^b} + \frac{1}{K_{\text{орг}}} + \frac{1}{K_{\text{мет}}} \right) - 2 \right]^{-1} + 1 \right\} + \frac{C_m^m}{T_a \sum_{i=1}^n W_i^m} + \\ & + \frac{1}{W_q^m} \left[H_{\text{ТСМ}}^m \cdot \text{Ц}_{\text{ТСМ}} + C_{\text{ТОР}}^m \cdot K_{\text{сл}} (1 + K_{\text{доп}}) \cdot N \right] + C_{\text{зч}}^m \left(\frac{100 + K_5}{100} \right) + \\ & + C_{\text{фзп}}^m \left(\frac{100 + K_{\text{соц}} + K_{\text{плд}}}{100} \right) + V \left(\frac{100 + K_6}{100} \right) + \frac{0,5 \text{Ц} Y R W_q^m}{100} \cdot \\ & \cdot K_{1,2} \left\{ \left[\left(\frac{1}{K_{\text{ти}}^m} + \frac{1}{K_{\text{орг}}} + \frac{1}{K_{\text{мет}}} \right) - 2 \right]^{-1} + 1 \right\} \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (2)$$

$$C_{y6} = 0,005 \text{Ц} Y R W_q (D+1),$$

где C_m^b , C_m^m - балансовая стоимость базовой и модернизированной машины, руб.;

H_a - норма амортизационных отчислений, %;

W_r^b , W_q^b , W_m^b , W_r^m , W_q^m , W_c^m - годовая, часовая и суточная производительность базовой и модернизированной машин, мото-ч, усл. эт. га;

$H_{\text{ТСМ}}^b$, $H_{\text{ТСМ}}^m$ - норма расхода топлива на единицу работы базовой и модернизированной машин, кг (л);

$\text{Ц}_{\text{ТСМ}}^b$ - цена единицы топливо-смазочных материалов, руб/кг;

$C_{\text{ТОР}}^b$, $C_{\text{ТОР}}^m$ - часовая тарифная ставка исполнителя услуг по ТОР базовой и модернизированной машин, руб.;

$C_{\text{зч}}^b$, $C_{\text{зч}}^m$ - стоимость запчастей и материалов на единицу наработки базовой и модернизированной машин, руб/мото-ч, усл. эт. га;

$K_{\text{сл}}$, $K_{\text{доп}}$ - коэффициенты, учитывающие сложность работы и дополнительную оплату;

N - количество исполнителей;

$C_{\text{ФЗП}}, C_{\text{ФЗП}}^{\text{М}}$ - фонд заработной платы на единицу наработки при ТОР базовой и модернизированной машин, руб/мото-ч, усл. эт. га;

$K_{\text{соц}}$ - единый социальный налог ($K_{\text{соц}} = 35,6\%$), в том числе фонд социального страхования 4% от фонда оплаты труда, медицинское страхование — 3,6%;

$K_{\text{пн}}$ - подоходный налог ($K_{\text{пн}} = 13\%$);

$W_i^{\text{б}}, W_i^{\text{м}}$ - среднегодовая наработка базовой и модернизированной машин, мото-ч, усл. эт. га;

T_a - амортизационный срок службы, лет;

V - объем производства, руб/мото-ч, усл. эт. га;

K_5 - торговая наценка к запасным частям ($K_5 = 10\%$);

K_6 - налог на добавленную стоимость ($K_6 = 18\%$);

$C_{\text{уб}}^{\text{б}}, C_{\text{уб}}^{\text{м}}$ - убытки за час простоя базовой и модернизированной машин, руб/ч;

Ц - средняя закупочная цена продукции, руб/т;

Y - потенциальная урожайность при выполнении агротребований, т/га;

R - рентабельность работы, %;

$K_{1,2}$ - доля потерь продукции за единицу наработки;

D - коэффициент, учитывающий потери по организационным ($K_{\text{орг}}$), техническим ($K_{\text{ти}}$) и метеорологическим ($K_{\text{мет}}$) причинам:

$$D = \left\{ \left[\left(\frac{1}{K_{\text{ти}}} + \frac{1}{K_{\text{орг}}} + \frac{1}{K_{\text{мет}}} \right) - 2 \right]^{-1} + 1 \right\}. \quad (3)$$

Ограничивающие условия модели:

$$\begin{aligned} W_r^{\text{м}}, W_{\text{ч}}^{\text{м}}, W_{\text{с}}^{\text{м}} &\geq W_{\text{с}}^{\text{б}}, W_r^{\text{б}}, W_{\text{ч}}^{\text{б}}; & H_{\text{ТСМ}}^{\text{б}} &\geq H_{\text{ТСМ}}^{\text{м}}; \\ C_{\text{м}}^{\text{б}} &\geq C_{\text{м}}^{\text{м}}; & C_{\text{уб}}^{\text{б}} &\geq C_{\text{уб}}^{\text{м}}; & C_{\text{зч}}^{\text{б}} &\geq C_{\text{зч}}^{\text{м}}. \end{aligned} \quad (4)$$

3. Определение цены модернизированной машины

Цена модернизированной техники, выставяемой РОП на вторичный рынок, должна представлять собой равновесную цену, которая устанавливается на основе оптимизации цены предложения и цены спроса.

Процесс определения равновесной цены состоит в следующем:

- рассчитывается цена предложения.
- определяется оптимальная цена спроса, соответствующая максимальному объему продаж.
- методом постепенного приближения, за счет корректировки цен предложения и спроса, находится значение, соответствующее условию:

$$\text{Ц}_{\text{.м}} \rightarrow \text{Ц}_{\text{.м, мин}}, \quad (5)$$

где $\text{Ц}_{\text{.м, мин}}$ - минимально возможная цена из всех вариантов расчета при максимальном эффекте от проведения модернизации.

Цена предложения модернизированной техники $\text{Ц}_{\text{.м}}$, реализующейся на вторичном рынке, определяется с учетом остаточной стоимости машины, покупаемой у потребителей, и себестоимости работ по ее восстановлению и модернизации. Она рассчитывается по формуле:

$$\text{Ц}_{\text{.м}} = k_{\text{м}} k_{\text{н}} \gamma (k_1 k_2 k_3 C_{\text{р}} + C_{\text{мс}} + C_{\text{мр}} + C_{\text{зч}} + C_{\text{о}}), \quad (6)$$

где $C_{\text{р}}$ - затраты на основную зарплату ремонтных рабочих, руб.;

$C_{\text{мс}}, C_{\text{мр}}, C_{\text{зч}}$ - соответственно, стоимость модернизированных составных частей, материалов и запасных частей, необходимых при ремонте, руб.;

k_1, k_2, k_3 - коэффициенты начислений на основную зарплату, учитывающие, соответственно, дополнительную заработную плату, отчисления на соцстрах,

$C_{\text{ФЗП}}, C_{\text{ФЗП}}^{\text{М}}$ - фонд заработной платы на единицу наработки при TOP базовой и модернизированной машин, руб/мото-ч, усл. эт. га;

$K_{\text{соц}}$ - единый социальный налог ($K_{\text{соц}} = 35,6\%$), в том числе фонд социального страхования 4% от фонда оплаты труда, медицинское страхование — 3,6%;

$K_{\text{пн}}$ - подоходный налог ($K_{\text{пн}} = 13\%$);

$W_i^{\text{б}}, W_i^{\text{м}}$ - среднегодовая наработка базовой и модернизированной машин, мото-ч, усл. эт. га;

T_a - амортизационный срок службы, лет;

V - объем производства, руб/мото-ч, усл. эт. га;

K_5 - торговая наценка к запасным частям ($K_5 = 10\%$);

K_6 - налог на добавленную стоимость ($K_6 = 18\%$);

$C_{\text{уб}}^{\text{б}}, C_{\text{уб}}^{\text{м}}$ - убытки за час простоя базовой и модернизированной машин, руб/ч;

Ц - средняя закупочная цена продукции, руб/т;

Y - потенциальная урожайность при выполнении агротребований, т/га;

R - рентабельность работы, %;

$K_{1,2}$ - доля потерь продукции за единицу наработки;

D - коэффициент, учитывающий потери по организационным ($K_{\text{орг}}$), техническим ($K_{\text{ти}}$) и метеорологическим ($K_{\text{мет}}$) причинам:

$$D = \left\{ \left[\left(\frac{1}{K_{\text{ти}}} + \frac{1}{K_{\text{орг}}} + \frac{1}{K_{\text{мет}}} \right) - 2 \right]^{-1} + 1 \right\}. \quad (3)$$

Ограничивающие условия модели:

$$\begin{aligned} W_r^{\text{м}}, W_c^{\text{м}}, W_s^{\text{м}} &\geq W_c^{\text{б}}, W_r^{\text{б}}, W_c^{\text{б}}; & H_{\text{ТСМ}}^{\text{б}} &\geq H_{\text{ТСМ}}^{\text{м}}; \\ C_m^{\text{б}} &\geq C_m^{\text{м}}; & C_{\text{уб}}^{\text{б}} &\geq C_{\text{уб}}^{\text{м}}; & C_{\text{зч}}^{\text{б}} &\geq C_{\text{зч}}^{\text{м}}. \end{aligned} \quad (4)$$

3. Определение цены модернизированной машины

Цена модернизированной техники, выставяемой РОП на вторичный рынок, должна представлять собой равновесную цену, которая устанавливается на основе оптимизации цены предложения и цены спроса.

Процесс определения равновесной цены состоит в следующем:

- рассчитывается цена предложения.
- определяется оптимальная цена спроса, соответствующая максимальному объему продаж.
- методом постепенного приближения, за счет корректировки цен предложения и спроса, находится значение, соответствующее условию:

$$\text{Ц}_{.и} \rightarrow \text{Ц}_{.и\text{мин}}, \quad (5)$$

где $\text{Ц}_{.и\text{мин}}$ - минимально возможная цена из всех вариантов расчета при максимальном эффекте от проведения модернизации.

Цена предложения модернизированной техники $\text{Ц}_{.и}$, реализующейся на вторичном рынке, определяется с учетом остаточной стоимости машины, покупаемой у потребителей, и себестоимости работ по ее восстановлению и модернизации. Она рассчитывается по формуле:

$$\text{Ц}_{.и} = k_m k_n \gamma (k_1 k_2 k_3 C_p + C_{\text{мс}} + C_{\text{мр}} + C_{\text{зч}} + C_o), \quad (6)$$

где C_p - затраты на основную зарплату ремонтных рабочих, руб.;

$C_{\text{мс}}, C_{\text{мр}}, C_{\text{зч}}$ - соответственно, стоимость модернизированных составных частей, материалов и запасных частей, необходимых при ремонте, руб.;

k_1, k_2, k_3 - коэффициенты начислений на основную зарплату, учитывающие, соответственно, дополнительную заработную плату, отчисления на соцстрах,

накладные расходы. Коэффициенты k_1, k_2 устанавливаются по общероссийским нормативам (если это не определено иначе, $k_1 = 1,1; k_2 = 1,262$).

k_m, k_n - коэффициенты, учитывающие соответственно, налог на добавленную стоимость (1,18) и внепроизводственные расходы;

γ - доля прибыли РМЗ в цене модернизированной машины.

C_o - остаточная стоимость машины, приобретенной у потребителя, руб.

Остаточная стоимость машины зависит от срока службы до проведения модернизации и технического состояния машины на момент ее оценки.

Исходные данные для определения цены спроса C_c получают на основании маркетинговых исследований, согласно которым установлено, что наибольшее влияние на цену спроса оказывают качество восстановления модернизируемой техники и срок службы машин до проведения модернизации.

Оптимальная цена спроса по критерию максимума продаж рассчитывается по формуле:

$$W = C \times S(C, q_m, T_{cn}) \rightarrow \max, \quad (7)$$

Где W - прогнозируемый относительный объем продаж, балл.

$S(C, q_m, T_{cn})$ - спрос в зависимости от относительной цены C , качества модернизированной машины q_m и срока ее службы до модернизации T_{cn} , балл.

Оптимальная цена спроса используется в качестве основного ориентира (ограничения) при расчете равновесной цены модернизированной машины.

Цены спроса модернизированных машин, выраженные в процентах от новой, в зависимости от коэффициентов восстановления ресурса q_m и сроков службы до модернизации T_{cn} представлены на рис. 1.

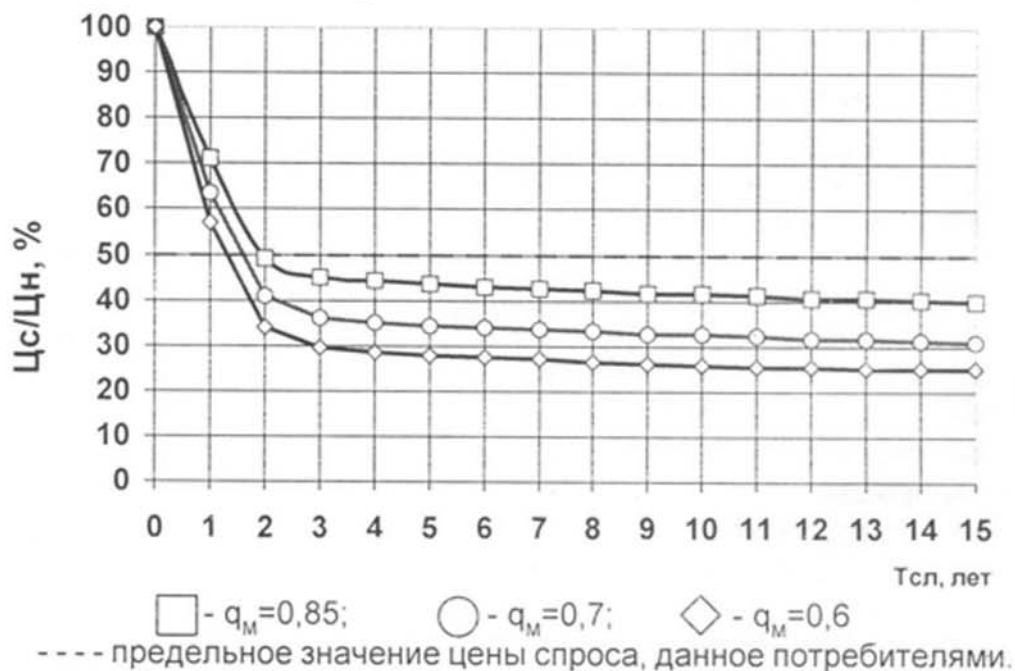


Рис. 1. Зависимость цены спроса модернизированных тракторов от срока их службы до модернизации и качества восстановления в % от цены на новые тракторы.

4. Определение интегрального показателя уровня качества машин

Сравнение уровня качества модернизированных машин с новыми, отремонтированными в хозяйствах или РОП по традиционным технологиям проводится по интегральным показателям. В группу сравниваемых объектов могут быть включены и машины-аналоги, имеющиеся на рынке, в том числе и зарубежные.

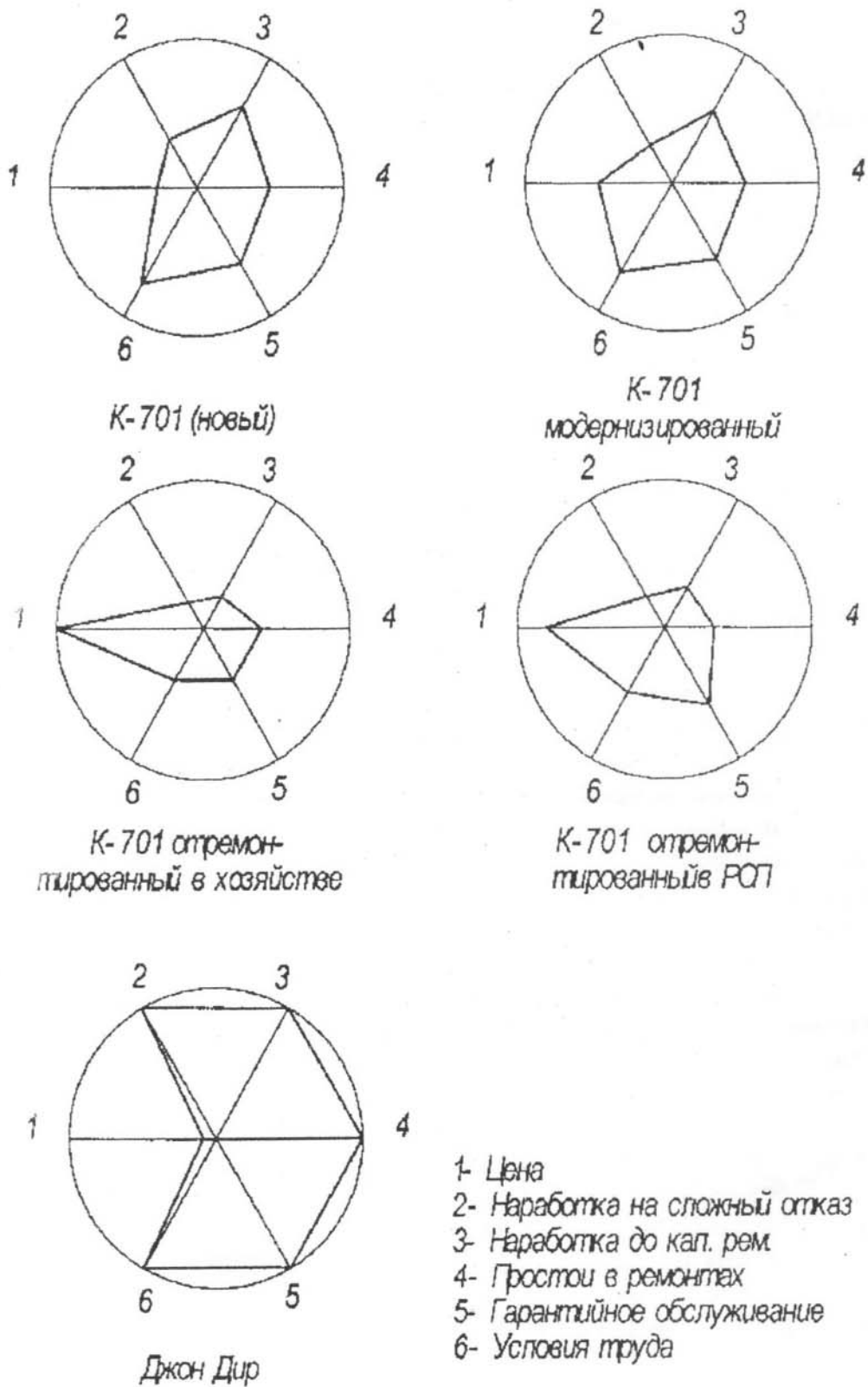


Рис.2 Диаграмма оценки уровня качества тракторов